

**УДК 004.896**

*Д.М. Проскурено, студент гр. ПБ-61*  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

## **РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО МАНІПУЛЯТОРА**

**Анотація.** У цій роботі розглянуто етапи розробки лабораторного маніпулятора з механічним захватним пристроєм, який приводиться в дію окремими серводвигунами. Маніпулятори такого типу є досить затребуваними для навчання у робототехніці та можуть використовуватися для маніпулювання невеликими об'єктами.

**Ключові слова:** маніпулятор, робот, arduino , системи автоматизованого проектування.

### **ВСТУП**

Робототехніка стає невід'ємною частиною світової економіки, інновації в області розробки та її застосування впливають на якість, як виробничих процесів, так й життя людини в цілому [1]. Застосування роботів в промисловості дозволяє виключити вплив людського фактору, підвищити точність виконання технологічних операцій, й тим самим покращити якість виробів. Роботи побудовані з різними структурами для виконання конкретного завдання, керовані комп'ютерним програмуванням, для створення різних рухів робота або траєкторій при маніпулюванні продуктами на конвеєрі.

При вивченні передових методик управління роботами, їх планування та взаємодію з людьми важливо бути обізнаним про доступні системи. Це дозволяє розробляти нові технології в контексті існуючих технологій, що дає можливість впроваджувати нові методи в існуючі роботизовані системи.

Можливості маніпуляторів з механічними захватами визначаються точністю руху та сили затиску, кількістю ступенів свободи руки, ступенем керованості захвата, датчиків, а також надійністю контролера. Вхідними даними для розроблення маніпуляторів є місце його роботи, прогнозовані траєкторії руху та зусилля затиску, а також струм та напруга двигуна або гідравлічний або пневматичний тиск [2]. Це допомагає визначати розмір маніпулятора, його структуру та обмеження, необхідні типи пристосувань для розроблення, як конструкції так й системи керування.

### **АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Одним із важливих компонентів гнучких виробничих систем є промислові роботи, адже вони спроможні виконувати у виробничому процесі основні та допоміжні технологічні операції та дозволяють підвищити продуктивність праці [3]. Ідея використання маніпуляторів для автоматизації звичайних виробничих процесів зумовила необхідність вирішення освітніх та навчальних аспектів робототехніки. У закладах вищої освіти, останнім часом, з'явилися дисципліни, що містять елементи робототехніки, механотроніки які стали їх невід'ємною частиною. Використання апаратно-програмних засобів у освітньому процесі зменшує розрив між теоретичними та практичними знаннями, а також підвищує рівень підготовки майбутніх фахівців до роботи в промисловому секторі. Так відкритий код на базі програмно-апаратних платформ (наприклад: Arduino, BeagleBone та RaspberryPi) надає можливість створювати власні альтернативні

недорогі робототехнічні пристрої, реалізовувати створені алгоритми керування, які можуть використовуватися при навчанні [4].

## ЕТАПИ РОЗРОБЛЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО МАНІПУЛЯТОРУ

Розроблення лабораторного маніпулятора містить наступні етапи - це дослідження структури, конструкція та моделювання маніпулятора, вибір компонентів, розроблення системи управління.

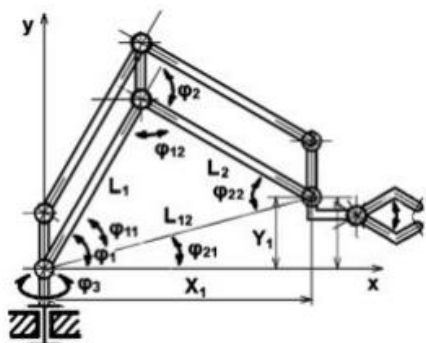


Рисунок 1. Структурна схема маніпулятора.

Оскільки, поставлене завдання - це створення лабораторного маніпулятора з механічним захватом, то спочатку було розглянуто можливі типи та конструкції маніпуляторів. На основі цього вибрано структурну схему, зображену на рисунку 1, яка визначає основні функціональні частини робота, їх взаємозв'язки та призначення. На представленій схемі маніпулятор має два «суглоба», що здатні працювати тільки в одній площині. Рух «суглобів» відбувається шляхом повороту окремих ланок на кути  $\phi_1$  та  $\phi_2$ . Переміщення у тривимірному просторі здійснюється за рахунок обертання механічної руки на кут  $\phi_3$  відносно осі у.

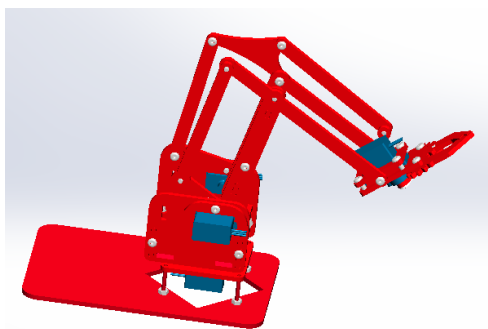


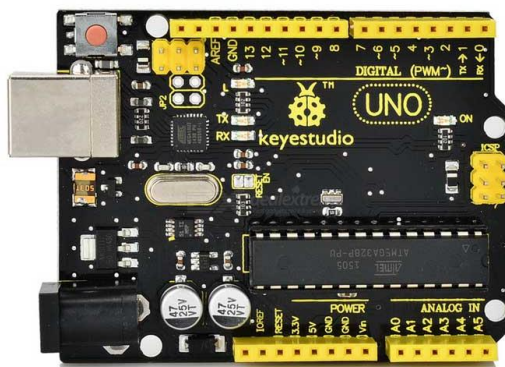
Рисунок 2. 3-D модель маніпулятора.

Для створення 3D-моделі лабораторного маніпулятора (рис. 2.) використано програмний комплекс САПР для автоматизації промислового підприємства на етапах конструкторської та технологічної підготовки виробництва SolidWorks (Dassault Systemes (Франція)). Даний комплекс дозволяє створити анімацію руху моделі, що в свою чергу надає можливість проаналізувати та виправити недоліки ще на етапі моделювання.

Також на цьому етапі вже можна підібрати всі необхідні кріпильні елементи за допомогою вбудованої в SolidWorks бази стандартних виробів. Всі механічні елементи, окрім кріпильних, моделі лабораторного маніпулятора були роздруковані на 3D-принтері.

Наступним, та одним із головних етапів є вибір компонентів, які будуть приводити маніпулятор у дію. Для розроблюваного маніпулятора було вирішено використовувати такі елементи, як міні сервоприводи MG90S (рис. 3, б), мікроконтролерна плата ArduinoUno R3 (рис. 3, а) та модуль драйверу керування серводвигунами на платі TB6612FNG (рис.3, в). Мікроконтролерна плата Arduino з'єднується з персональним комп'ютером за допомогою USB-кабелю, що надає можливість швидкого програмування плати. Сервопривід містить в собі кілька електронних і механічних елементів: звичайний мініатюрний щітковий двигун, що знижує швидкість та збільшує крутний момент редуктора, датчик положення вала редуктора у вигляді змінного резистора (потенціометра), й крихітної плати з мікросхемою-контролером. Обраний сервопривід має наступні

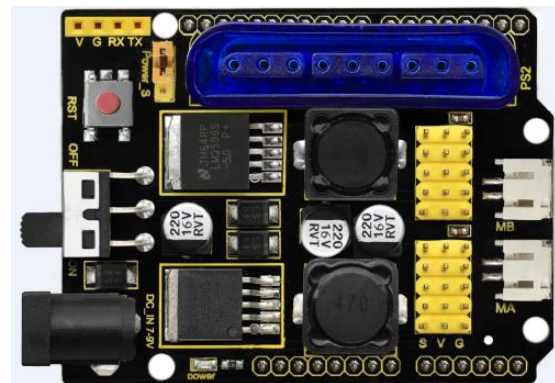
характеристики: розмір 22x12x28мм, живлення 4.8-7.2В, кут повороту 180 °, швидкість повороту 0.1сек / 60 ° - 0.08сек / 60 ° [5]. Модуль контролю серводвигунами має інтерфейс підключення джойстика, що є необхідним для керування маніпулятором. Одним із головних етапів є вибір компонентів, які будуть приводити маніпулятор у дію. Для розроблюваного робота було вирішено використовувати такі елементи, як серводвигуни Ks0194, плата Arduino Uno R3 та модуль контролю серводвигунів TB6612FNG (рис.3). Мікроконтролерна плата Arduino з'єднується з персональним комп'ютером за допомогою USB-кабелю, що надає можливість швидкого програмування плати. Діапазон кута повороту серводвигуна знаходиться в межах 0-180 градусів, чого цілком достатньо для лабораторного маніпулятора [5]. Модуль контролю серводвигунами має інтерфейс підключення джойстика, що є необхідним для керування маніпулятором.



а)



б)



в)

Рисунок 3. Компоненти управління маніпулятора:

а) плата ArduinoUnoR3; б) сервопривід MG90S в) модуль драйверу керування серводвигунами на платі TB6612FNG

Система управління розроблюваного робота складається з програми для плати Arduino, написаної мовою програмування C++ у додатку ArduinoIDE, та невеликого джойстика, який підключається до модуля контролю серводвигунів. Програма є досить легкою, адже вона складається із функцій, за допомогою яких виконується зв'язок між серводвигунами та джойстиком управління.

Після завершення всіх етапів розробки та складання маніпулятора (рис. 4) було проведено всі необхідні тестування для відлагодження програми керування.



Рисунок 4. Загальний вигляд лабораторного маніпулятора з механічним захватом та модулем керування за допомогою джойстика.

## ВИСНОВОК

Був створений простий в освоєнні, з широкими можливостями лабораторний комплекс. Запропонована модель «руки-маніпулятора» є гнучкою. Можлива модуляція необхідних конструкцій за рахунок зміни несучих параметрів, що дозволяє адаптувати маніпулятор для різного роду завдань, з якими можуть зіткнутися користувачі. В майбутньому планується додати управління за допомогою Bluetooth модуля та програми для телефону.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Проць Я. І. Захоплювальні пристрої промислових роботів: Навчальний посібник./ Я. І. Проць — Т: Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. — 232 с.
- [2] Дудюк Д. Л. Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані комплекси: Навч. посібник / Д. Л. Дудюк, С. С. Мазепа, М. М. Мисик. - Львів: "Магнолія плюс" СПД ФО В. М. Піча, 2005. - 278 с.
- [3] Kim, H.J., Tanaka, Y., Kawamura, A., Kawamura, S. and Nishioka, Y., 2015, August. Development of an inflatable robotic arm system controlled by a joystick. In Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2015 24th IEEE International Symposium on (pp. 664-669). IEEE.
- [4] Siciliano, B., 2009. Robotics. London: Springer
- [5] Кіницький Я. Т. Теорія механізмів і машин [Текст]: підручник / Я. Т. Кіницький. — К. :Наукова думка, 2002. — 662 с. — ISBN 966-00-0740-X

*Наук. керівник – доцент, к.т.н. Філіппова М.В.*